

SILVIA APARECIDA ANGELO ROMAO

USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE NA REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CURITIBA

2015

SILVIA APARECIDA ANGELO ROMAO

**USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE NA REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Artigo apresentado ao curso Pós-graduação MBA em Gestão da Qualidade, Setor de Ciências Sociais e Aplicadas do CEPAD da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial a obtenção do grau de Especialista em Gestão da Qualidade.

Orientador: Prof. Marcio Ivanor Zarpelon

CURITIBA

2015

## **USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE NA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **RESUMO**

Devido à alta competitividade do mercado da construção civil, um fator que venha a interferir na qualidade e no custo final do empreendimento, tem suma importância. Esta pesquisa consiste em uma análise sobre desperdícios de materiais na construção civil, em canteiros de obra de edificação em alvenaria convencional e estrutural da cidade de Curitiba-PR. Inicialmente é apresentada a problemática dos desperdícios na construção civil com uma revisão bibliográfica, onde são classificados os diferentes tipos resíduos de materiais e as etapas da origem dos resíduos. O objetivo principal deste trabalho consistiu na proposta e aplicação de ferramentas da qualidade para diminuição dos desperdícios na empresa. O estudo evidenciou que é possível a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade como ação corretiva para redução dos desperdícios gerados na fase executiva dos projetos de construção civil. Foi possível apresentar resultados de melhorias causadas na redução dos desperdícios, pela aplicação das ferramentas de gestão da qualidade desde as origens da geração dos resíduos, sendo este o manuseio de materiais na entrega, até a fase de destinação dos mesmos, atuando desde a orientação sobre reusos e/ou destinação e descarte dentro dos padrões legais.

**Palavras-Chave:** desperdício, construção civil, resíduos, ferramentas da qualidade.

### **1 INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, o interesse por políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil tem se acirrado com a discussão de questões ambientais. O desperdício de materiais, seja na forma de resíduo ou outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais, o que coloca os diversos segmentos de indústrias em evidência em meio a sociedade, governo, clientes, etc. nas discussões em busca de um desenvolvimento sustentável.

Dessa forma as empresas tem como dever buscar subterfúgios para atender a essa preocupação sobre a sustentabilidade em relação ao meio ambiente que a contorna ou que está inserida.

Entre todas as indústrias que hoje tem problemas sérios e maiores índices de desperdícios está a indústria da construção civil e é este o contexto que o presente trabalho vem abordar.

A gestão de resíduos dentro de uma empresa construtora pode ser vista e empregada também com o intuito de reduzir custos das operações de produção e o aumento do nível de produção, podendo melhorar seus ganhos econômicos com a redução de desperdícios de materiais e/ou matérias primas, racionalizando seu uso, seja pela diminuição dos resíduos, seja pela reutilização de materiais e ainda por meio de prevenção desde a fase de execução de seus projetos de produção. Assim, este trabalho tem a proposta de demonstrar que é possível a redução de desperdícios em construtoras e que essa prática pode ser utilizada em favor da empresa, assim como melhorar sua imagem mediante a sociedade e no mercado onde está inserida.

Neste contexto, podemos afirmar que a empresa consiga atingir tais objetivos colocados acima, sua gestão deve estar afinada para tal. Desta forma propõe-se aqui por meio da temática gestão da qualidade da empresa se empregar ferramentas da qualidade para diminuição de seus desperdícios.

A metodologia utilizada para elaboração da pesquisa foi o estudo bibliográfico para a fundamentação teórica e uma pesquisa quantitativa para a obtenção dos dados da investigação de campo. Optou-se por essa abordagem, pois a mesma apresenta característica descritiva e analítica.

## **2 PROBLEMA**

Como reduzir o desperdício nos canteiros de obras utilizando-se de ferramentas da qualidade?

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

Atuar na minimização do desperdício na fase de execução do projeto construtivo.

### **3.2 Objetivos específicos**

- a) realizar diagnóstico situacional sobre desperdícios nos canteiros de obra apresentando os quantitativos de resíduos gerados nos empreendimento em estudo;
- b) apresentar os principais pontos e/ou etapas em que são gerados os resíduos da construção civil (RCC's) para esses empreendimentos;
- c) propor e aplicar ferramentas de gestão da qualidade com propósito de contribuir na redução do desperdício na fase executiva do empreendimento.

## **4 REVISÃO BOBLIOGRÁFICA**

A regulamentação da gestão dos resíduos da construção civil no Brasil foi estabelecida em 2002 pela Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2002). Essa resolução estabeleceu prazos para que os municípios brasileiros se enquadrassem à lei, estabelecendo uma correta gestão dos resíduos da construção civil.

Conforme esta resolução a administração de cada empreendimento deve apresentar antes do início e como requisito para liberação do alvará construtivo, o Plano de Gestão de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) documento onde se deve informar as quantidades previstas de resíduos na construção, sendo exigido em âmbito municipal pela prefeitura. Da mesma forma ao término da obra, deve ser protocolado junto ao órgão ambiental competente o Relatório de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (RGRS), indicando as quantidades efetivas de resíduos que realmente foram geradas e devendo ser contrastadas com as quantidades indicadas inicialmente no (PGRCC). Esse parecer é necessário para liberação do *Habite-se*, documento concedido pela prefeitura para liberação de moradia.

Para a quantificação unívoca dos resíduos a resolução adotou a seguinte classificação geral dos resíduos:

CLASSE	TIPOS DE RESÍDUOS
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Quadro 1 - Classificação dos RCC's segundo Resolução CONAMA 307/2002  
Fonte: Brasil, 2002

Apesar da regulamentação da gestão de resíduos no país, ainda são comuns estudos realizados no setor de construção civil apresentar resultados apontando altos índices de desperdício. Estima-se que o setor da Construção Civil seja responsável por aproximadamente 40% dos resíduos gerados em toda economia, por 75% de todo o resíduo sólido, por consumir 2/3 da madeira natural extraída e, por 20% a 50% do consumo dos recursos naturais totais extraídos no planeta (PIOVEZAN JUNIOR; SILVA, 2007). Isto se dá em geral tanto pelo mau gerenciamento de projetos, quanto pela má aplicação e manuseio desses materiais nos canteiros de obra. Percorrendo o caminho do mau uso ou gerenciamento de materiais desde a a logística de transporte, na estocagem, aplicação nas diversas etapas construtivas e na segregação dos resíduos gerados, conforme abordado anteriormente por Messeguer (1991).

A cultura de gerenciamento de resíduos na construção civil é baixa e requer esforços internos nas empresas para realizar o correto gerenciamento do seu PGRCC. A maioria das construtoras das cidades brasileiras encontra-se em desacordo com as diretrizes preconizadas pela Resolução nº 307 do CONAMA. As cidades ainda adotam uma gestão dos RCC's ineficiente sendo considerada uma "Gestão Corretiva". Um fato que representa esta situação é que as construtoras não levam em consideração a geração do resíduo na fase de projeto evitando posteriormente sua geração, mas utilizam-se métodos para reaproveitamento, reutilização e descarte com destinação legal.

Segundo Kuster (2007) o setor da construção civil deveria pensar na diminuição do impacto ambiental causado pelos resíduos, por meio da adoção da reciclagem ou reuso dos resíduos gerados. Mas com a enorme quantidade de resíduos gerados atualmente seriam necessárias mais alternativas.

O PBQP-H é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do *Habitat* II/1996). A sua meta principal é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do *habitat* e a modernização produtiva, envolvendo nesta busca um conjunto de ações,

entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos.

Um dos objetivos do PBQP-H é a criação e estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor em que os atores envolvidos neste cenário possam elaborar ações específicas não somente pautadas no ambiente tecnológico como em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão como a organização dos recursos humanos, gestão da qualidade, gestão de informações e dos fluxos de produção, gestão de suprimentos, gestão de projetos. Desta forma, o programa veio instituir certificações às empresas do setor da construção civil que desejassem financiamentos juntos aos bancos públicos.

A construtora em questão quando se iniciou este estudo (Março/2012) detinha a certificação Nível C do regimento SiAC participante do PBQP-H, o qual exigia mas não em um nível mandatório, que se seguissem os preceitos legais da Resolução CONAMA n. 307, a qual era necessário um Plano de Gestão de Resíduos (PGRCC) por cada empreendimento. Mais tarde em Dezembro de 2012 o regimento foi alterado e a questão de levantamento e controle dos índices de desperdícios de resíduos nos canteiros foi colocada como requisito mandatório dentro do regimento. Assim, a partir deste ponto o presente trabalho não era mais um projeto de iniciativa voluntária com base legal voltada a objetivos de sustentabilidade apenas da empresa, mas tornou-se imprescindível para a manutenção da certificação da construtora que necessitava de financiamento do governo para execução de seus empreendimentos.

A partir deste ponto o trabalho foi direcionado a tomar medidas de gestão para atendimento ao Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) dos canteiros futuros e organização dos que estavam em execução.

Segundo a Lei 12.305/2010 art. 21, o conteúdo mínimo para elaboração PGRS apresenta os seguintes requisitos a seguir:

- I - descrição do empreendimento ou atividade;
- II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
  - a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
  - b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

No gerenciamento de resíduos, uma das formas mais comuns de se estabelecer um roteiro, a fim de garantir completo cumprimento dos requisitos estabelecidos, seria utilizar o Ciclo PDCA no plano de gerenciamento dos resíduos (SOUZA, et al, 2004; TARDIN, 2015).

Neste contexto, foram então propostas a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade que viessem a contribuir na redução da quantidade de resíduos gerados, evitando desperdícios, atendendo assim as alíneas II, IIIb, V e VI da Lei supracitada. Quanto menos resíduos gerados e mais resíduos reutilizados, menos trabalho seria necessário para gerenciar e tratar o mesmo, reduzindo-se o custo de mão de obra para gerenciá-lo dentro do canteiro, de transporte ao destino final e menos impacto ambiental. Os ganhos seriam de ordem ambiental, financeira, qualidade no ambiente de trabalho, valorização da imagem da empresa que poderia divulgar essa prática em sua política e publicidade.

#### 4.1 CICLO PDCA UTILIZADO NO PLANEJAMENTO DO PGRS

Sendo conceituado o processo de ocorrência de perdas e resíduos, quantificados seus valores e conhecidos os fatores que os induzem, estabelecido um método rápido para diagnóstico e estabelecido um mecanismo para previsão, têm-se todas as condições para uma atuação objetiva quanto à gestão do consumo de materiais nos canteiros de obras, visando-se à redução das perdas e da geração de resíduos (SOUZA, et al., 2004).

O levantamento de dados ocorreu em num intervalo de tempo de aproximadamente 3 anos e 4 meses (Março/2012 a Julho/2014), sendo realizado em 2 canteiros de obra. Inicialmente foi realizado um diagnóstico da situação atual da empresa em relação ao PGRS, tendo como base um questionário sobre as condições mínimas de cumprimento do plano para canteiro de obras. Com base nas evidências do diagnóstico iniciou-se o levantamento dos tipos e quantitativos de resíduos gerados baseando-se nos resíduos previstos no PGRCC de cada empreendimento, onde constavam as quantidades a serem geradas de cada tipo de resíduo previsto conforme projeto executivo. As quantidades efetivas desses resíduos depois de gerados foram levantadas por meio de planilhas de controle. Conforme foram sendo levantados esses quantitativos foram sendo realizadas fiscalizações visuais, sem interferência nas atividades sendo realizadas, dos principais pontos de geração dos resíduos. Com base nestas informações pode-se obter os principais pontos de geração de resíduos identificando-os nas etapas construtivas e no decorrer dos processos logísticos que os materiais de origem dos resíduos percorriam dentro do canteiro. Assim, com as causas principais dos desperdícios diagnosticadas, foi possível estabelecer e aplicar as ferramentas de gestão da qualidade necessárias para contribuir na redução dos desperdícios.

O método de trabalho proposto para atuação com ferramentas de gestão da qualidade baseou-se nas 4 etapas preconizadas pelo ciclo PDCA (do inglês: *Plan, Do, Check, Action* (Plan); diagnóstico e definição dos requisitos a serem atendidos,

(Do) seguidos do controle dos desperdícios e resíduos; (Check) checar os resultados conforme o desenvolvimento do plano comparando-os com as ideias de resultados iniciais, e com base nesses resultados tomam-se ações, (Action), realizando-se ações corretivas e/ou preventivas no processo ou mesmo revendo ideias iniciais relativas ao desempenho dos processos, além de padronizações para os processos que apresentaram a melhoria efetiva nos resultados.

O estudo realizado apresentou como resultado o conjunto de ferramentas propostas e utilizadas ao longo do horizonte da pesquisa as quais subsidiaram o cumprimento dos Planos de Gestão de Resíduos para novos empreendimentos da empresa.

## 5 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma construtora de médio porte, com matriz localizada na cidade de Curitiba-PR. Foram analisados dois canteiros de obra, sendo um com sistema construtivo em alvenaria convencional e outro em alvenaria estrutural.

O quadro 2 a seguir, apresenta os tipos de resíduos previstos por empreendimento.

CARACTERÍSTICAS DOS EMPREENDIMENTOS		RCC's PREVISTOS
Sistema Construtivo: Alvenaria Convencional	Fundações: Estaca pré-moldada de concreto cravada Estrutura: Em concreto armado Alvenaria: Bloco cerâmico de vedação e drywall Forro: Em placas de gesso e reboco Acabamentos: Acabamento interno em pintura acrílica. Acabamento externo em grafiato e painel isotérmico (chapas de aço preenchido com poliuretano expansível).	
	Empreendimento Residencial sendo 13 pvtos.: 01 Subsolo, Térreo, 2º pavimento com 4 apartamentos, área comum e piscina, 8 pavimentos com 8 apartamentos por pavimento, 11º pavimento com 8 apartamentos, 01 Ático, Casa de Máquinas e Caixa d'água. Área total construída: 7.849,04 m <sup>2</sup> Período Construtivo: 10/6/2010 a 30/8/2012	Classe A: solos, cerâmica, argamassa, concreto.  Classe B: plástico, papel, papelão, metais e madeira.  Classe C: gesso
Sistema Construtivo: Alvenaria Estrutural	Fundações: Vigas e blocos de baldrame Estrutura: Blocos de concreto Alvenaria: Bloco em blocos de concreto, divisórias internas em Drywall. Forro: Em placas de gesso e reboco Acabamentos: Acabamento interno em pintura acrílica. Acabamento externo em pintura acrílica.	
	Empreendimento Residencial e comercial: 01 pvto. Térreo e pvtos. 05 tipo; 01 pavimento de cobertura; 01 de casa das máquinas; 01 de caixa de água + teto; 30 unidades comerciais; 624 unidades de habitação; Salão de festas, praças temáticas, Academia, pista de caminhada, mini-quadra poliesportiva, quiosques com churrasqueira, bosque nativo.	



CARACTERÍSTICAS DOS EMPREENDIMENTOS	RCC's PREVISTOS
Área total construída: 44.001,61 m <sup>2</sup>	
Período Construtivo: 1/9/2011 a 1/9/2014	

Quadro 2 – Previsão dos tipos de RCCs por empreendimento

Fonte: A Autora.

O levantamento dos tipos de resíduos por empreendimento demonstrou que que os tipos de resíduos sólidos mais comuns e impactantes gerados.

### 5.1 Diagnóstico situacional sobre os desperdícios

Para possibilitar um diagnóstico direcionado ao atendimento dos requisitos legais e normativos, os quais a empresa também deva atender sobre a gestão de seus resíduos, foi aplicado um *check list* de requisitos legais mínimos segundo o artigo 21 da Lei nº 12.305/2010, que regulamenta o conteúdo do PGRS, a fim de averiguar qual a situação e/ou qual o grau de implementação do plano na empresa construtora. O quadro 3 apresenta o parecer.

REQUISITO	MOTIVO DO NÃO CUMPRIMENTO
II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não havia ferramentas para levantamento desses dados, não havendo este levantamento nem de forma empírica.</li> <li>- Não havia preocupação ou interesse pela administração do canteiro no desenvolvimento dessas ferramentas.</li> </ul>
III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Havia pouco conhecimento da parte dos gestores de obra principalmente, sobre as leis federais, estaduais e municipais e normas aplicáveis a gestão de RCC's.</li> <li>- O PGRS não havia sido elaborado para atender este requisito legal. De forma que a documentação da empresa não contemplava os requisitos legais e normativos exigidos na Gestão de Resíduos.</li> </ul>
V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como em geral não havia conhecimento dos requisitos a serem atendidos, por conseguinte não estavam estabelecidas ações corretivas e preventivas neste contexto. Havia grande carência na organização sobre o conceito de ação preventiva e corretiva, e como este conceito seria aplicado na gestão de RCC's, para controle de desperdícios.</li> </ul>
VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não havia procedimentos ou manuais elaborados promovendo a redução da geração de resíduos. E ainda não havia política formal estabelecida para reciclagem e/ou reutilização dos resíduos gerados, promovendo a redução de desperdícios.</li> </ul>

Quadro 3 – Diagnóstico de situação do PGRS da empresa

Fonte: A autora

## 5.2 Levantamento dos quantitativos dos RCC's

A metodologia utilizada baseou-se no levantamento dos RCC's previstos no PGRCC e nas quantidades finais desses resíduos que foram realmente geradas no decorrer das obras.

As quantidades de resíduos gerados pelos canteiros foram levantadas por meio de planilhas de Excel denominadas de "Planilhas de Resíduos", respeitando a classificação conforme apresentado no quadro 1.

Resíduos de argamassas, blocos cerâmicos (tijolos), cerâmica de revestimento ou piso, areia, pedras, resíduos de concreto são denominados de "caliça", termo utilizado na construção civil na região. Devido à falta de segregação/separação nos canteiros de obra, que não dispõem de um plano efetivo de gestão de resíduos, é difícil a cultura de separação entre os resíduos que compõem a caliça. Em geral as empresas que transportam esses resíduos os recolhem misturados uma vez que o destino final será o mesmo. As empresas coletoras ainda retiram resíduos de classes e tipos diferentes misturados como exemplo: plástico e caliça, ou cerâmica e madeira, sendo que a separação ocorrerá no seu pátio. No entanto, essa prática aumenta o custo de retirada do resíduo do canteiro, uma vez que o preço da caçamba que o canteiro loca será cobrado mais caro. Desta forma, em alguns dos levantamentos realizados não foi possível separar o tipo de resíduo retirado envolvido na caliça, estando parte das caçambas, com mistura muito homogênea desses tipos diferentes de materiais. Para tanto, para poder quantificar os resíduos das caçambas que havia mistura, utilizou-se o critério de separar igualmente as quantidades de resíduos conforme os tipos de resíduos presentes nas caçambas. E em alguns casos, fazendo avaliação visual no local na caçamba.

Os resíduos são retirados do canteiro em geral em caçambas de 5, 8 e 30m<sup>3</sup>. E o levantamento que se pôde realizar dentro do canteiro de obra foi o montante em metros cúbicos, uma vez que, seria inviável a locação de um equipamento permanente para pesagem da exata quantidade em quilogramas para encontrar diretamente o peso dos resíduos. Assim, para a estimativa geração de RCC adotou-se taxa de conversão com massa específica de 1200 kg/m<sup>3</sup> conforme Pinto e Gonzáles (2005).

A seguir são apresentados os quantitativos de resíduos gerados por cada empreendimento em metros cúbicos desconsiderando-se os vazios contidos nos espaços não preenchidos pelos resíduos dentro da caçamba e transformados em unidade de medida de toneladas.

Tabela 1 – Quantitativo de resíduos gerados por tipo de empreendimento

RCC		OBRA EM ALVENARIA CONVENCIONAL		OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	
CLASSE	TIPO	m <sup>3</sup>	ton	m <sup>3</sup>	ton
A	Caliça	85,00	102,00	152,13	182,56
	Cerâmicos	508,57	610,28	-----	-----
	Argamassa	7,50	9,00	-----	-----
	Concreto	256,23	307,48	178,80	214,56
	Solos	10,00	12,00	19,72	23,66
B	Madeira	35,82	42,98	1697,59	2037,11
	Plástico	32,05	38,46	219,73	263,68

RCC		OBRA EM ALVENARIA CONVENCIONAL		OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	
	Isopor	5,00	6,00	-----	-----
	Papel/papelão	37,05	44,46	219,22	263,06
	Metal	-----	-----	26,55	31,86
	Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C</b>	Gesso	47,50	-----	407,67	489,20

Fonte: A autora

Após o levantamentos dos quantitativos de resíduos gerados foi possível detectar os tipos de resíduos que realmente foram gerados nos dois canteiros de obra. E desta forma seguiu-se o estudo analisando tanto os processos de execução quanto os processos logísticos que os materiais (origem de geração dos resíduos) percorriam dentro do canteiro.

### 5.3 Principais pontos geradores de resíduos

Para facilitar o entendimento e a investigação dos pontos de desperdícios no fluxo de materiais dentro do canteiro, foi realizado o mapeamento dos pontos de manuseio de materiais passíveis de geração de resíduos. A figura 1 representa o fluxo de processos envolvidos na geração e resíduos dentro do canteiro de obra.

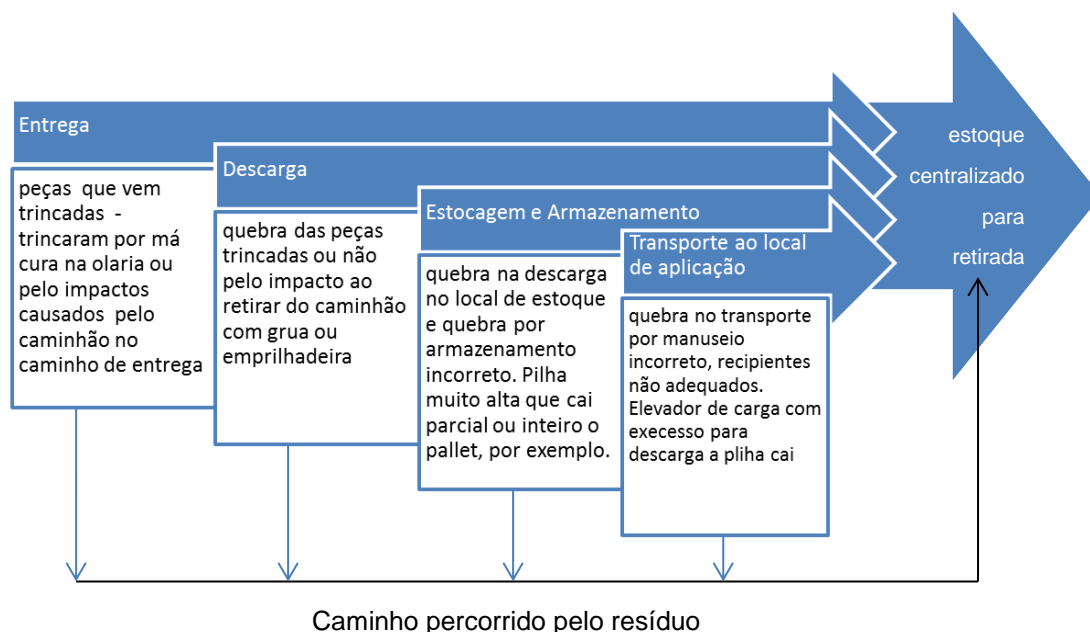


Figura 1 – Mapeamento dos resíduos de blocos cerâmicos

Fonte: A autora

Com o levantamento do fluxo de logística para cada material gerador de resíduo foi possível, com a utilização da ferramenta Diagrama de Ishikawa, estudar e diagnosticar as causas. A seguir é apresentado um exemplo utilizando a ferramenta para o caso de investigação da causa de geração de resíduo de blocos cerâmicos (tijolo).

Desta forma, considerou-se que a mão de obra possui influência em 100% no fluxo de materiais que geram resíduos. Mesmo os itens método e meio ambiente

apresentados em segundo e terceiro lugar respectivamente, foram considerados influenciados pela mão de obra. Isto porque os métodos são elaborados e validados por profissionais e o meio ambiente tem haver com a escolha o espaço físico (terreno, localização) e com a confecção dos projetos executivo e arquitetônico os quais, são realizados por profissionais.

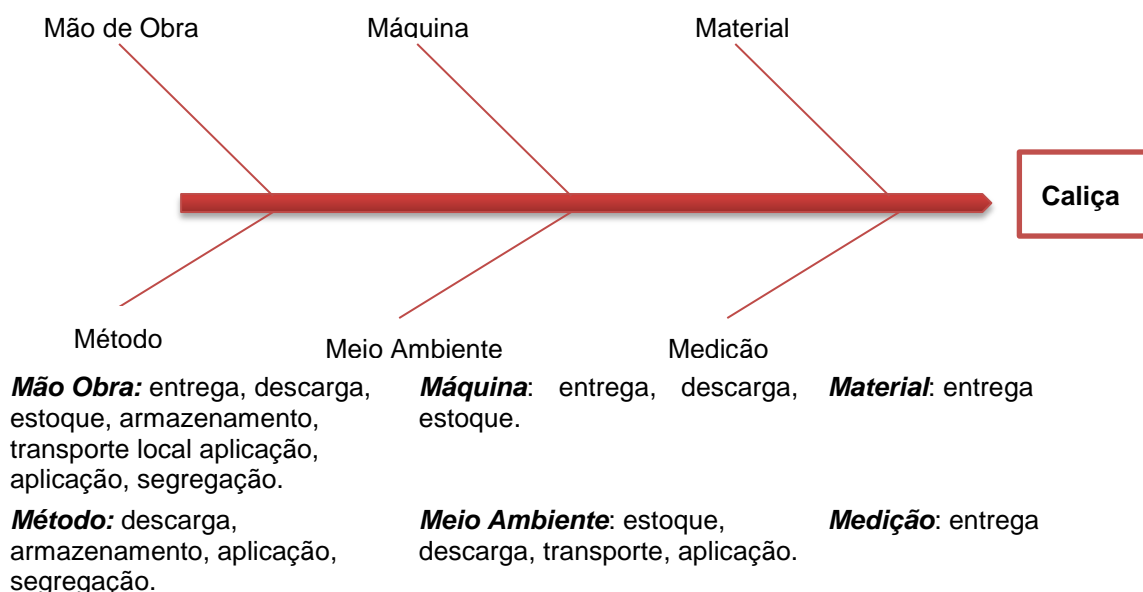


Figura 2 – Diagrama de Ishikawa – Causas de desperdícios de blocos cerâmicos  
Fonte: A autora

A figura 2 demonstra que a maior parte das causas na geração de resíduos está na mão de obra. Isto demonstra que a mão de obra carece treinamento

Por meio do mapeamento do fluxo dos pontos de geração de resíduos e do Diagrama de causa e efeito utilizados, foi possível gerar as informações constantes nos quadros 04, 05, 06 e 07 que mostra os pontos de geração de resíduos por cada etapa construtiva para os dois tipos de empreendimentos.

ETAPA	SUB-ETAPA	ALVENARIA CONVENCIONAL	ALVENARIA ESTRUTURAL
Fundação	Formas	Madeira: sobras de caibros, vigas, ripas, tábuas, recortes de painéis compensado, formas usadas mais de 3 vezes como caixa de concretagem.	
	Armação	Metais: pedaços de barras de aço, aço corte/dobra, sobras de estribos	Metais: pedaços de barras de aço
	Concretagem	entulhos de concreto causados pela abertura de formas mau travadas, e outros	Entulhos de quebras de blocos de concreto
Alvenaria	Paredes	Sobras e/ou quebras de bloco cerâmico (tijolo) e sobras de argamassa quando aplicadas nas paredes ou sobras que ficam nos recipientes levados para aplicação	Sobras e/ou quebras de blocos de concreto, e sobras de argamassa quando aplicadas nas paredes ou sobras que ficam nos recipientes levados para aplicação
	Revestimentos	Sobras de argamassa quando aplicadas nas paredes ou sobras que ficam nos recipientes levados para	Sobras de gesso em pó quando do preparo da mistura e após mistura quando aplicadas nas

ETAPA	SUB-ETAPA	ALVENARIA CONVENCIONAL	ALVENARIA ESTRUTURAL
		aplicação	paredes ou sobras que ficam nos recipientes ou máquina onde são realizadas as misturas para aplicação
Rede Hidráulica	Esgoto, água quente, água fria	Plástico: pedaços de mangueiras pretas de polietileno, sobras de canos PVC.	
Rede Elétrica	Dutos, fios, cabos	Plástico: pedaços ou sobras de conduites,	
Acabamento	Cerâmica parede e piso	Sobras e/ou quebras de azulejo e placas cerâmica	

Quadro 4 – Pontos de geração dos RCC's conforme etapas construtivas

Fonte: A autora

O quadro 5 detalha a origem dos resíduos por tipo de material descrevendo qual o evento onde é gerado o resíduos acontece

MATERIAIS	LOCAL/ORIGEM	RCC
Bloco cerâmico (tijolo)	Descarga: carregamento com guias direto ao pavimento, fez com que se evitassem mais desperdício. No entanto, houve ainda a quebra, pois ao pegar o pallet ou ao depositá-lo no pavimento havia impacto brusco causando quebra.	Entulho de pedaços de tijolos
Bloco de concreto estrutural	Transporte: em geral a forma não era a mais adequada. Sendo feita de forma manual com carrinhos, ou carregada pelos serventes, ou ainda superlotavam o elevador de carga facilitando assim o descarregamento ou percurso a queda e a quebra. Ainda não tinham locais concentrados de estocagem, sendo os pallets espalhados pelos pavimentos, o que dificultava o acesso dos profissionais e em vários casos esbarravam com outras máquinas ou recipientes nas pilhas. Armazenagem ou estoque: altura de empilhamento excessiva, acima de 1,50m, conforme estabelecido em norma NBR aplicável, em alguns casos os pallets caíam causando a quebra.	Entulho de pedaços de concreto
Argamassa, gesso mistura	Execução: desperdício de materiais agregados uma vez que a empresa não tinha a política de estabelecer os traços solicitados em projeto documentados e comunicados aos executores formalmente. Desta forma os mesmos realizavam a mistura colocando a mais ou a menos do que o solicitado. Na execução dos revestimentos em várias áreas/paredes alvenaria esta fora de plumada o que causou o uso excessivo de argamassa para aprumá-las.	Entulhos de pedregulhos dos tipos de misturas.
Azulejo, placas cerâmica, placas de gesso	Descarga ou Transporte ao local de aplicação: quando o manuseio era braçal algumas caixas ou peças caíam das mãos dos serventes causando a quebra do material. Transporte ao local de aplicação: em geral a forma não era a mais adequada. Sendo feita de forma manual com carrinhos, ou carregada pelos serventes, ou ainda superlotavam o elevador de carga facilitando assim o descarregamento ou percurso a queda e a quebra.	Entulhos e/ou pequenos retalhos

Quadro 5 – Materiais, pontos de origem e tipo de resíduo gerado

Fonte: A autora

Assim sendo a causa maior de desperdício está intrínseca a falta de capacitação (treinamento, orientação, conscientização) dos profissionais em geral. Como ação corretiva, neste caso, as ferramentas aplicáveis foram a elaboração de procedimentos e programa de capacitação da mão de obra, a fim de combater os desperdícios de materiais em todo o fluxo logístico do material dentro do canteiro até

seu destino final como resíduo, sendo esta documentação vinculada então ao PGRS.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado deste trabalho, obteve-se a proposta de implementação das ferramentas de gestão da qualidade demonstradas no Quadro 06, com o objetivo de atuar na causa raiz do problema referente ao desperdício de materiais da construção civil e propor ações de melhoria contínua no processo, conforme filosofia da metodologia PDCA aplicada.

PDCA	PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE
<b>Pan - Planejar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnóstico da situação da gestão de resíduos na empresa.</li> <li>- Reestruturação do PGRS (com política formal para gestão de resíduos)</li> </ul>
<b>Do - Fazer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com base nos requisitos do PGRS foram elaborados:               <ul style="list-style-type: none"> <li>· Procedimento de destinação correta dos RCC's</li> <li>· Planilhas de Controle de Resíduos e Índices de geração de resíduos mensal/m<sup>2</sup> construtivo produzido.</li> <li>· Indicadores de desempenho para redução dos desperdícios com meta para redução de 10% dos índices de desperdício até Jan/2016 somando todos os empreendimentos em andamento, na data.</li> </ul> </li> <li>- Intervenções realizadas ao longo da implementação do PGRS:               <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sempre que possível foi realizada intervenção para reuso de resíduos na etapa de produção geradora ou em outra aplicável;</li> <li>· Treinamentos/orientações sobre o correto gerenciamento de resíduos no canteiro desde a fase de recebimento dos materiais até destinação dos RCC's.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Check – Checar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auditorias (incluídos o requisito de gestão de resíduos no Plano Anual de Auditorias Internas Dezembro de 2013, 2014, 2015, 2016 da empresa).</li> <li>- Check list mensal de avaliação, estabelecendo critérios de notas desempenho ao empreendimento de boas práticas de gestão de resíduos.</li> </ul>
<b>Action – Ações</b>	<p>Com base nas causas encontradas para origem da geração de desperdícios foram tomadas as seguintes ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Corretivas</u>:               <ul style="list-style-type: none"> <li>· Treinamentos do pessoal: orçamento, suprimentos, produção, gerência;</li> <li>· Orientação e conscientização de fornecedores de materiais e de transporte de resíduos;</li> <li>· Instruções de recebimento e armazenamento de materiais;</li> <li>· Instruções de segregação e identificação dos RCC's.</li> </ul> </li> </ul> <p>Por meio do <i>feedback</i> após cumpridas as fases de implantação das ferramentas de gestão da qualidade e na experiência que o desenvolvimento do projeto trouxe, foram solicitadas as ações preventivas que seguem:</p> <p><u>Preventivas</u>: Análise crítica dos PGRCC's anteriores a reestruturação do PGRS verificando os tipos de resíduos gerados de forma a indicar possíveis reutilizações de tipos iguais de resíduos para os próximos empreendimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Instruções de trabalho de reutilização para alguns tipos de resíduos como calça e solos.</li> <li>· Instruções de trabalho sobre traços de misturas de argamassa e gesso (padronizar os volumes aplicados de cada agregado e estabelecer recipientes padrões para medida dos volumes).</li> <li>· Necessárias alterações em procedimentos operacionais, indicando outros métodos de execução os quais utilizam o material de forma mais acional evitando desperdícios já na fase de confecção do projeto executivo.</li> </ul>

Quadro 6 – Ferramentas de gestão da qualidade  
Fonte: A autora

Apesar de não estar entre os objetivos, o trabalho possibilitou ainda na fase de implantação, a indicação e reuso para alguns tipos de resíduos como segue.

<b>RCC</b>	<b>REUSO</b>
Componentes cerâmicos Pré-moldados em concreto Argamassa	Agregados no enchimento de pisos e estruturas falsas (ocas) e em pequenos reaterros.
Plásticos Metais	Recipientes para condicionamento de outros resíduos.
Papel/papelão	Forros para pintura, emassamento de gesso, colocação de revestimento cerâmicos, etc.
Madeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinalização de obras e Proteções (placas de sinalização e identificação de materiais, pavimentos, suportes de segurança em escadas, vãos, etc.)</li> <li>- Recipientes para condicionamento de outros resíduos, ou de materiais e misturas (baías, caixarias, padiolas, etc.)</li> <li>- Fabricação de estacas de marcação</li> </ul>

Quadro 7 – Possíveis reusos de resíduos  
Fonte: A autora

Em relação às alterações nos procedimentos operacionais da empresa vinculando os cuidados na aplicação de certos materiais, foram adotados na maioria dos casos práticas simples para evitar desperdícios. Como exemplo, na aplicação de argamassa de revestimento, foi exigido forrar o contra-piso com placas de compensado reutilizadas ou papelão para caída de massa excedente e reutilização na sequência.

Por meio das ações preventivas solicitadas no item Ações do quadro 6, foi ainda estabelecido um procedimento de análise crítica na fase de orçamento, filtrando nas fases preliminares possíveis reutilizações conforme as quantidades lançadas de cada tipo de material. Assim, os possíveis recursos poderiam previamente ser lançados por meio do “Plano de Gestão da Qualidade da Obra” documento formal e exigido pelo programa PBQP-H por cada empreendimento desde a primeira etapa de execução de serviços. O mesmo era validado pela direção da empresa ressaltando assim a política formalizada para reutilização de resíduos.

## 7 CONCLUSÕES

O trabalho cumpriu com seu objetivo principal em praticamente toda sua totalidade, no entanto, não foi possível a medição quantitativa para quadro comparativo, dos Indicadores de Desempenho de redução de desperdícios para novos canteiros em andamento, uma vez que, houve atraso no cronograma produtivo por motivo de forças maiores.

Por meio das auditorias internas e relatórios de análise crítica realizados até Dezembro de 2014 na empresa como um todo, podem ser evidenciados alcances em melhorias na gestão de resíduos conforme seguem:

Houve melhora da cultura organizacional de gerenciamento dos resíduos por conta dos treinamentos, conscientizações e orientações sobre os possíveis ganhos em produtividade, na qualidade de vida no trabalho e para o meio ambiente quando se adota o planejamento de gestão dos resíduos com ferramentas ordenadas para controle dos mesmos. Um exemplo disto foi o aumento da reutilização de resíduos

como exemplo os de madeira e os que compõem a calça. Isto foi possível por conta dos procedimentos operacionais serem alterados para metodologias de execução possibilitaram o uso mais racional de materiais.

Foram também solicitadas propostas de ações preventivas que evitarão a repetição dos mesmos processos de desperdícios, como por exemplo, na fase de confecção dos projetos executivos, momento em que é definida a maior parcela dos materiais a serem utilizados no empreendimento. No entanto, esta ação dependerá de trabalho em conjunto com os clientes no caso em que os projetos forem elaborados por estes.

O fator custo de investimento na implementação do PGRS não foi tratado neste trabalho pela dificuldade de se levantar os custos individuais de desperdícios por estes estarem vinculados a centros de custos e a outros tipos de custos indiretamente. Recomenda-se o estudo de custos relacionados ao desperdício em quadro comparativo aos ganhos que podem ser obtidos com uma correta gestão de resíduos em trabalhos futuros.

Pode-se considerar que o trabalho na obtenção de resultados parciais excedeu suas expectativas pelo fato de, ainda na fase de implantação, ter possibilitado a indicação de reutilização para vários tipos de resíduos, o que consequentemente reduzirá os indicadores de desperdícios dos empreendimentos futuros.

## 8 REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

BRASIL, Presidência da República, Casa Civil. **Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e dá outras providências.

KUSTER, L. D. **Sustentabilidade na construção civil: diminuição de resíduos em obras**. UNASP-EC. 2007.

MESSEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.194p.

PIOVEZAN JUNIOR, G. T. A.; SILVA, C. E. Investigação dos resíduos da construção civil (RCC's) gerados no município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável. **In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte**. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. v.1. p.1 – 8.



TARDIN, M. **Aplicação do Ciclo PDCA no Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 2015. Textos Ambientais. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/ciclo-pdca-gestao-de-residuos-solidos>>. Data de acesso: 2/11/2015.